

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)

E6077-01~03EX

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-266264

(43)Date of publication of application : 27.11.1991

(51)Int.Cl.

G11B 20/18
G11B 7/00
G11B 7/24
G11B 20/1211017 U.S. PTO
09/931996
08/17/01

(21)Application number : 02-064651

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 15.03.1990

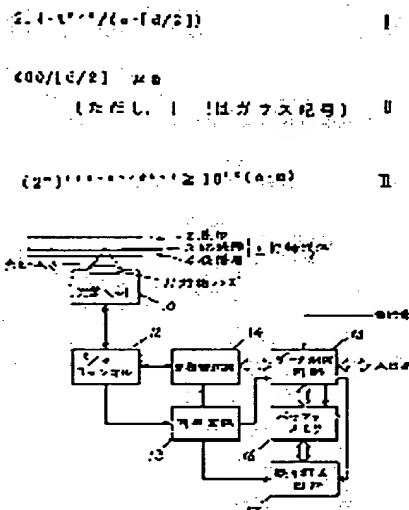
(72)Inventor : TANAKA SHINICHI

(54) OPTICAL RECORDING MEDIUM AND RECODING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize high density recoding by limiting the number of the symbols of parity by executing interleaving so hat only a double error is caused at the most even if there is a defect.

CONSTITUTION: The number of the symbols of the parity contained in a code word is made (d), and the interleaving is executed so that distance between the respective symbols contained in the code word becomes longer than both expressions I, II. Besides, the refractive index of a protection layer 4 is made (n), and the number of the symbols of information contained in the code word is made (m), and (d) is determined so as to satisfy the expression III. Disk information to be recorded is recorded as an error correction code by a product code in this way, and a record is constituted so that each symbol contained in it becomes sufficiently distant from each other, and further, the number of the symbols of the parity contained in the code word of one side is supplemented with the symbols of the number required for making the probability of error correction sufficiently small. Thus, the thickness of the protection layer 4 through which a light beam 5 for recording and reproducing is transmitted is made below 1mm, and the period of an information track is made below $1.3\mu\text{m}$ as well, and the high density recording by using the objective lens 11 of large numerical aperture NA becomes possible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平3-266264

⑤ Int. Cl.⁵G 11 B 20/18
7/00
7/24
20/12

識別記号

1 0 2

Q

B

1 0 1

庁内整理番号

9074-5D

7520-5D

7215-5D

9074-5D

④ 公開 平成3年(1991)11月27日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全10頁)

⑥ 発明の名称 光記録媒体および記録再生装置

⑦ 特 願 平2-64651

⑧ 出 願 平2(1990)3月15日

⑨ 発 明 者 田 中 伸 一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑩ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

⑪ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光記録媒体および記録再生装置

2. 特許請求の範囲

(1) 誤り訂正符号が付加されたデジタル情報を光学的に記録する光記録媒体であって、情報を記録する情報トラックの周期は $1.3\mu m$ 以下で、情報を記録再生する光ビームが透過する保護層の厚みは $1\mu m$ 以下であり、記録すべき情報を実質的に2次元に配列した列方向と行方向のそれぞれにパリティを付加して符号語とする横符号とし、上記保護層の屈折率を n とすると、列方向あるいは行方向のいずれか一方の符号語内に含まれる各シンボルは、この符号語に含まれるパリティのシンボル数を d とすると、少なくとも互いに

$$2.4 \cdot 10^{-3} / (n \cdot [d/2])$$

および

$$400/[d/2] \mu m$$

(ただし [] はガウス記号)

のいずれに対しても同等以上の距離だけ隔たれるよ

うに構成し、さらに、いずれか一方の方向の符号語はガロア体 $GF(2^*)$ 上で生成され、これに含まれる情報のシンボル数を m とすると、これに含まれるパリティのシンボル数 d は

$$(2^*)^{m \cdot d} \geq 10^{10} \cdot (n \cdot m)$$

を満足するように構成して成ることを特徴とする光記録媒体

(2) 列方向および行方向共に符号語内に含まれる各シンボルは、この符号語に含まれるパリティのシンボル数を d とすると、少なくとも互いに

$$2.4 \cdot 10^{-3} / (n \cdot [d/2])$$

および

$$400/[d/2] \mu m$$

(ただし [] はガウス記号)

のいずれに対しても同等以上の距離だけ隔たれるように構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の光記録媒体

(3) 列方向および行方向共に、ガロア体 $GF(2^*)$ 上で符号語を生成し、これに含まれる情報のシンボル数を m とすると、これに含まれるパリティ

のシンボル数 d とするときは

$$(2^*)^{1/2} \geq 10^{1/2} (n \cdot m)$$

を満足するように構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の光記録媒体

(4) 厚みが $1\mu\text{m}$ 以下の保護層を有する記録媒体に、上記保護層を通して誤り訂正符号が付加されたデジタル情報を光学的に記録する記録再生装置であって、情報を記録再生する光ビームを記録媒体上に収束する対物レンズの開口数 NA が 0.58 以上で、記録すべき情報を実質的に2次元に配列した列方向と行方向のそれぞれにパリティを付加して符号語とする積符号となし、上記保護層の屈折率が n で、その厚みを t としたとき、上記列方向あるいは行方向のいずれか一方の符号語内に含まれる各シンボルは、この符号語に含まれるパリティのシンボル数を d とするとき、少なくとも互いに

$$4 \cdot t \cdot NA / (n \cdot [d/2])$$

および

$$400/[d/2] \mu\text{m}$$

(ただし、 $[\]$ はガウス記号)

のいずれに対しても同等以上の距離だけ隔てて記録するように構成し、さらに、いずれか一方の方向の符号語はガロア体 $GF(2^*)$ 上で生成され、これに含まれる情報のシンボル数を m とするとき、これに含まれるパリティのシンボル数 d は

$$(2^*)^{1/2} \geq 10^{1/2} (n \cdot m)$$

を満足するように構成して成ることを特徴とする記録再生装置

(5) 列方向および行方向のいずれの符号語もその中に含まれる各シンボルは、この符号語に含まれるパリティのシンボル数を d とするとき、少なくとも互いに

$$4 \cdot t \cdot NA / (n \cdot [d/2])$$

および

$$400/[d/2] \mu\text{m}$$

(ただし、 $[\]$ はガウス記号)

のいずれに対しても同等以上の距離だけ隔てて記録するように構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の記録再生装置

(6) 列方向および行方向共に、ガロア体 $GF(2$

$^*)$ 上に符号語を生成され、これらに含まれる情報のシンボル数を m とするとき、これに含まれるパリティのシンボル数 d は

$$(2^*)^{1/2} \geq 10^{1/2} (n \cdot m)$$

を満足するようにいずれの符号語も構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の記録再生装置

(7) 記録すべき情報を2次元に配列して積符号となした符号語をブロックとして、各ブロック毎に付けられた番地に応じた場所に記録し、さらに各ブロックの情報は複数のセクターに分割され、外部機器からの指令により、セクター単位での読み出しや書き換えを行うように構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の記録再生装置

(8) 列方向あるいは行方向に沿って複数のセクターに分割されるように記録すべき情報を2次元に配列して積符号とした符号語を、斜め方向に走査した順に記録媒体上に時系列的に記録するように構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の記録再生装置

範囲第(7)項記載の記録再生装置

(9) セクターの情報を書き換えるときには、そのセクターを含むブロックの符号語をすべてバッファ・メモリ上に読み出し、誤り訂正動作を行った後に上記セクターの情報を書き換え、その直後にセクターの分割方向に沿った第1の方向のパリティを演算して符号語を生成し、上記バッファ・メモリ上において最後に書き換えを行ってからこのバッファ・メモリ上の符号語を実際に記録媒体上に記録するまでの間に上記第1の方向に直交する第2の方向のパリティを演算して符号語を生成するように構成して成ることを特徴とする特許請求の範囲第(8)項記載の記録再生装置

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光学的に情報を記録する光記録媒体および記録再生装置に関するもので、特にその記録密度を向上しようとするものである。

従来の技術

近年、光学的記録再生技術の応用製品の普及は

目覚ましいものがあり、特に再生専用のオーディオ・ディスクやビデオ・ディスクは広く家庭にまで普及している。これらは、きわめて高密度で記録されており、各種の記録媒体の欠陥や埃に対する信頼性を確保するために、1.2 μ m程度の厚みの基板や強力な誤り訂正符号が用いられている。以下、図面を参照しながら、上述した従来の光学的記録再生装置の一例について説明する。第3図、第4図は従来の光学的再生装置の一例としてコンパクト・ディスク・プレーヤーの概略構成図および記録フォーマットの概念図を示すものである。第3図において、21は記録媒体であり、22はその基板、23はピットと呼ばれる凹凸を有する反射膜で形成された記録膜、24はその記録膜23を保護する保護層である。25は情報を読み取るための光ビームで、基板22を透過して記録膜23上に収束される。30は光学ヘッド、31はこの光学ヘッド30に含まれる対物レンズで、対物レンズ31は光ビーム25を記録膜23上に収束するとともにその反射光を受光し、光学ヘッド30は受光した検出光を電気信号に変換して

出力する。32は再生チャンネルで、光学ヘッド30から出力される電気信号の増幅などのアナログ的な信号処理を行う。33は同期回路で、再生チャンネル32からの出力信号からクロック抽出を行ってリード・クロックを生成するとともに同期信号を検出して各部の動作に必要なタイミング信号をも生成する。34は復調回路で、同期回路33から出力されるリード・クロックとタイミング信号を照合しながら再生チャンネル32から出力されるチャンネル符号を元のデータに戻す。35はデータ制御回路、36はバッファ・メモリ、37は誤り訂正回路で、誤り訂正回路37はバッファ・メモリ36に記憶されているデータを読み出して誤り訂正を施した後に再びバッファ・メモリ36に誤り訂正されたデータを返し、データ制御回路35はこれらのデータの流を制御し、さらに読み取ったデータのバッファ・メモリ36への蓄積やバッファ・メモリ36から読み出したデータを外部に出力することも行う。以上のように構成された光記録媒体および再生装置について、以下その動作の説明をする。まず、対

物レンズ31は光ビーム25を基板22を透過して記録膜23上に収束する。このとき基板22の厚みは1.2 μ m程度であり、この基板22が通常考えられる程度に傾斜しても収差が許容範囲内になるように、対物レンズ31の開口数NAは0.5程度以下に制限される。また光ビーム25には半導体レーザから放射される波長780nm程度の光が通常用いられる。記録膜23上に形成される光スポットは上記開口数と波長で定まる回折限界よりも小さく絞ることはできず、これが記録密度を制限する要因となる。実際に、上記した光学的条件では、トラックの周期を1.3 μ m程度に小さくするとクロストークが増加するので、1.5 μ m程度以上に設定されている。記録膜23上には、記録すべきデータを高密度記録に適した変調コードに変換したチャンネルコードが記録されている。光学ヘッド30は、この記録膜23に光ビーム25を収束して光スポットを形成し、上記チャンネルコードが記録されている情報トラックを走査する。光学ヘッド30は、記録膜23からの反射光を受光し、電気信号に変換して出力する。再生チャ

ネル32は、光学ヘッド30から出力される信号のインピーダンス変換や増幅を行った後、波形整形して2値信号を出力する。同期回路33は、光学ヘッド30から出力される2値信号のエッジにPLLをロックさせて、チャンネルコードのビット周期に同期したチャンネルクロックを生成するとともに、上記2値信号に含まれる同期信号を検出して、各種タイミング信号をも生成する。復調回路34は、再生チャンネル32から出力される2値信号をチャンネルクロックで同期化してチャンネルコードを再生し、同期回路33から出力されるタイミング信号を参照することによってこのチャンネルコードをグループ化して元のデータに逆変換する。復調回路34によって再生された読取データは、データ制御回路35を経由してバッファ・メモリ36に蓄積される。第4図は、記録フォーマットを示す概念図である。記録媒体上には、

D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...Q₀...Q₀...
 ...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...D₀...
 P₀...P₀...P₀...

のように、図の行方向に沿って左から右に向かって、 n 行目と $n+1$ 行目との間で交互にデータ語がチャンネルコードに変換した後記録される。各データ語は1バイトで構成される。上記PおよびQで表した各バイトは、誤り訂正のためのパリティ・バイトでQパリティは図の斜め方向に4行毎に各バイトを集めたときに符号語を形成するように生成され、Pパリティは、図の1行が符号語となるように生成される。すなわち

$D_{n+1}, D_{n+2}, \dots, D_{n+4}, \dots, Q_{n+4}, \dots, Q_{n+8}, \dots, D_{n+8}, \dots, D_{n+12}, \dots, D_{n+16}, \dots$

が符号語となるように、 $Q_{n+4}, \dots, Q_{n+8}, \dots$ が生成される。

$D_{n+1}, D_{n+2}, \dots, D_{n+4}, \dots, Q_{n+4}, \dots, Q_{n+8}, \dots, D_{n+8}, \dots, D_{n+12}, \dots, D_{n+16}, \dots, P_{n+1}, \dots, P_{n+4}, \dots$

が符号語となるように、 $P_{n+1}, \dots, P_{n+4}, \dots$ が生成される。このように、2つの方向に符号語を形成することによって、一種の複符号に構成されている。第3図のデータ制御回路35は、バッファ・メモリ36から第4図の行方向の符号語を読み出して誤り訂正

を行って訂正後の符号語をバッファ・メモリ36に再び返し、行方向の符号語の訂正動作が完了した部分の斜め方向の符号語をバッファ・メモリ36から読み出して誤り訂正を行い、訂正後の符号語を再びバッファ・メモリ36に返すように誤り訂正回路37を制御する。データ制御回路35はさらに、すべての訂正動作が完了したバッファ・メモリ36上のデータを、所定の順番に所定の速度で読み出して出力する。(例えば、オーム社「コンパクトディスク読本」103~110ページ)

発明が解決しようとする課題

しかしながら上記のような構成では、行方向の符号語を構成する各シンボルが記録媒体上に互いに近接して記録され、しかもいずれの方向にもパリティは4シンボルしか付加していないため、基板22を磨くすると、表面の疵や埃によるバースト誤りが頻発に発生し、消失訂正を用いながら2つの方向に交互に訂正するような繰り返し訂正を施しても訂正能力が不十分で、誤訂正確率も十分に小さくならず、コンピュータの外部記憶などには

実用が困難であった。そのために、基板の厚みは1 μ m以上が必要で、実際には1.2 μ m程度のものが用いられ、その結果、対物レンズのNAは0.5程度以下に制限され、記録密度の向上が妨げられるという問題点を有していた。本発明は上記問題点を鑑み、記録再生のための光ビームが透過する透明層の厚みを1 μ m程度以下に薄くしても実用可能で、したがってNAの大きな対物レンズを用いて高密度記録を行うことも可能な光記録媒体および記録再生装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

上記問題点を解決するために、本発明の光記録媒体は、記録すべきディスクル情報を複符号による誤り訂正符号として記録し、少なくとも一方の符号語は、記録媒体表面の疵や埃によってバースト誤りが生じないように、それに含まれる各シンボルが互いに十分離れるように構成し、さらに少なくとも一方の符号語に含まれるパリティのシンボル数は、誤訂正の確率を十分小さくするのに必要な数を付加することによって、記録再生のため

の光ビームが透過する保護層の厚みを1 μ m以下とし、情報トラックの周期も1.3 μ m以下としたものである。また、本発明の記録再生装置は、上記光記録媒体に情報を記録再生するためのもので、開口数NAが0.58以上の対物レンズで光ビームを収束するような構成を備えたものである。

作用

本発明は上記した構成によって、高い記録密度での情報を記録再生を可能な開口数の大きな対物レンズを用いても、光ビームが透過する透明保護層が1 μ m以下と薄いので従来と同等の記録媒体の傾きが許容され、しかも、消失訂正も用いた繰り返し訂正が可能な複符号としたので、記録媒体表面の疵や埃に対しても十分な信頼性を確保することができることとなる。これについてもう少し詳しく以下に説明する。一般に、光学的な記録を行うときの記録密度は、記録膜上に収束する光スポットの大きさに制限される。光スポットが小さくなれば、トラック周期もビット周期も比例して小さくすることができる。ただしビット周期は、実

調コードや波形状化などの工夫により、一定の帯域でより多くの情報量を電送することができるので、一概に光スポットだけで制限されるとは言えない。しかし、トラック周期はこれを小さくしたときに発生するクロストークに対して、これらの手法による改善は困難であるので、ほとんど光スポットの大きさによって制限されると云える。光スポットの大きさは、対物レンズの開口数に反比例する。したがって、対物レンズの開口数を大きくすればトラックの周期を小さくでき、記録密度の向上がはかれることになる。従来例では、開口数0.5に対してトラック周期は $1.5\mu\text{m}$ 程度に設定されている。一方、対物レンズの開口数は無制限に大きくできる訳ではなく、これを制限する別の要因がある。それは、記録媒体が傾斜したときに発生する収差である。この収差は、開口数や光ビームが透過する透明保護層の厚みが大きくなると大きくなり、同じ傾斜角度に対して許容される開口数は、透明保護層の厚みの立方根に反比例する。従来から透明保護層の厚みは、表面の疵や埃をデ

ィフォーカスさせて読取信号に対する影響を緩和するために $1.2\mu\text{m}$ 程度に設定されている。そのため開口数は0.55程度が実用的な限界である。この開口数を大きくするためには、透明保護層の厚みを小さくする必要がある。この厚みが $1\mu\text{m}$ 以下になると、信号に対する疵や埃の影響が目立ってくる。そこで、疵や埃の影響をディフォーカスさせて光学的に緩和する代わりに、信号処理によってその影響を分散して緩和してやれば、 $1\mu\text{m}$ 以下の薄い透明保護層でも実用に耐え得ることとなる。通常の使用環境下において、許容しなければならない表面の疵や埃の大きさの上限は、実験的・経験的には $200\mu\text{m}$ 程度である。したがって、透明保護層の厚みが無視できる程薄くても、 $200\mu\text{m}$ にわたる信号の欠落に耐え得る記録フォーマットとしなければならない。さらに、透明保護層の厚みがさらに厚くなって、その表面における光ビームの径が $200\mu\text{m}$ を越えるときには、そのビーム径相当の長さの信号が欠落してもそれに耐え得るような信号フォーマットとしなければならない。透

明保護層の屈折率を n 、その厚みを t 、対物レンズの開口数を NA と表せば、透明保護層表面における光ビームの径 D は

$$D \approx 2 \cdot NA \cdot t / n$$

となる。透明保護層の厚み $1.2\mu\text{m}$ に対する開口数の実用限界は0.55であるので、上記透明保護層に対する開口数の限界 NA は

$$D \approx 0.55 \cdot (1.2/t)^{1/3}$$

$$\approx 0.58/t^{1/3}$$

したがって、

$$D \approx 1.2 \cdot t^{2/3} / n$$

となる。このような長さの信号の欠落が頻繁に発生することになるので、それに耐え得るような記録フォーマットとしなければならない。そこで本発明は、以下のようにしてその課題を解決しようとするものである。

(1) 横符号を用い、繰り返し訂正により強力な誤り訂正ができるようにする。

(2) 少なくともいずれか一方の符号語は、上記したような長さの信号の欠落があってもバース

ト誤りとならないだけのインターリーブ長を確保する。

(3) すくなくともいずれか一方の方向の符号語は、その能力の限界までの訂正動作を行っても能力の限界を越えた誤りを誤訂正する確率を十分小さくするのに必要な数以上のシンボル数のパリティを付加し、それと直交する方向に消失訂正できるようにする。

横符号とは、データを2次元に配列して、その行方向と列方向のそれぞれにパリティを付加して、それぞれの方向が独立した符号語となるようにしたものである。繰り返し訂正とは、行方向の訂正動作と列方向の訂正動作を、誤りの数が減少する限り交互に何回も訂正動作を行うことである。横符号の繰り返し訂正は極めて訂正能力を高くでき、消失訂正を併用すれば一層効果的である。消失訂正とは、ある符号語の訂正動作を行うとき、予め誤っているシンボルが分かっているときには、そのシンボルが消失していると見なして、残りのシンボルから消失したシンボルを算出する訂正方法

であり、消失していないシンボルがすべて正しいときには、パリティのシンボル数と同じ数のシンボルが消失してもそのシンボルを算出することができるというものである。例えば、パリティが16シンボルのとき、通常の訂正動作では8シンボル訂正しかできないが、消失訂正のみを行うときには16シンボルが消失しても元の符号語に復号することができる。この消失訂正を複符号の訂正に用いるには、例えば次のようにして行う。まず2次元に配列した複符号を1つの単位ブロックとするとき、1ブロックのデータを読み出してメモリ上に蓄積し、行方向の訂正動作を各行について行なう。このとき、訂正不可能な行方向の符号語にはフラグをセットする。行方向の符号語にセットされたフラグの数が列方向のパリティの数より少ないときには、これらの符号語がすべて消失したものと見なし、列方向の符号語に対して消失訂正することにより、完全な誤り訂正を行うことができる。上記フラグが多すぎるときには消失訂正ではなく、通常の誤り訂正を行う。このとき、列

方向の符号語が少なくとも1つ訂正され、全部は訂正されなかった場合には、もう1度上記行方向の訂正動作から繰り返し行えばよい。このような消失訂正を行うときには、上記フラグの信頼性が重要である。例えば、行方向の訂正動作のとき、本来は訂正不可能な誤りを誤訂正してしまったときにはフラグがセットされず、列方向に能力一杯に消失訂正すると、この誤訂正が見落とされ、誤りを含んでいるにもかかわらずそれを正しいと見なし、訂正動作を完了してしまう。したがってこの場合には、行方向の訂正動作における誤訂正の確率を十分小さくしておく必要がある。誤訂正の確率を十分小さくするのに必要なパリティのシンボル数について、以下に説明する。いま、各シンボルは n ビットから成る。すなわち、符号語はガロア体 $GF(2^n)$ 上に生成されているものとする。パリティのシンボル数を d とすれば、訂正できるシンボル数は

$$[d/2] \text{シンボル}$$

(ただし、 $[]$ はガウス記号)

である。誤っているシンボルの数が $[d/2]+1$ になると誤訂正する可能性がある。その確率は

$$(2^n)^{-(d/2)+1}$$

である。一般に、データ用の記憶装置において許容される誤りの発生頻度は、 10^{-10} ビットに1回の割合であると言われている。したがって、この符号語に含まれる情報のシンボル数を n とすれば

$$(2^n)^{-(d/2)+1} \geq 10^{-10}(n \cdot n)$$

を満たすように d を決めれば、十分に信頼性の高い消失訂正を行うことができる。シンボルのビット数 n が8で、情報のシンボル数 n が30以上とすれば d は7以上であればよい。次に、インターリーブについて説明する。インターリーブとは1つの符号語の中の各シンボルが記録媒体上に連続して記録されるのではなく、一定の間隔をおいてとびとびに記録されるように並び変えて記録することである。こうすることによって、読取信号に比較的長い欠落があっても、その欠落によって1つの符号語の中に多数の誤りが発生するのを防ぐことができる。比較的頻繁に起こる程度の信号の欠落に対

しては、1つの符号語の中に高々1つの誤りしか発生しないようにするのが理想的であるが、1つの欠落によって生じる誤りのシンボル数が訂正可能なシンボル数の半分以上であれば、ブロック内に信号の欠落があってもまだ訂正能力に余力があり、インターリーブとしては十分効果的であると言える。符号語に含まれるパリティのシンボル数を d とすれば、訂正できるシンボル誤りの数は $[d/2]$ であるので、符号語に含まれる各シンボルの相互の距離が、読取信号の欠落の長さを $[d/2]/2$ で割った値以上であればよい。頻繁に発生する読取信号が欠落する長さは記録媒体上の距離にして、 $20 \mu m$ 、 $2 \cdot NA \cdot t/n$ あるいは $1.2 \cdot t^{1/2}/n$ であるので、各シンボルの相互の距離が

$$400/[d/2]$$

$$4 \cdot NA \cdot t/(n \cdot [d/2])$$

$$1.2 \cdot t^{1/2}/(n \cdot [d/2])$$

のいずれよりも大きくなるようにインターリーブすればよい。以上説明した手段をすべて併用することにより、透明保護層の厚みを1 μm 程度以下に

高くしても、実用上十分な信頼性を確保でき、記録密度の向上をはかることができることとなる。

実施例

以下本発明の一実施例の光記録媒体および記録再生装置について、図面を参照しながら説明する。第1図は本発明の実施例における光記録媒体および記録再生装置の概略構成図を示すものである。第1図において、1は記録媒体であり、2はその基板、3は情報の記録を行う記録膜、4はその記録膜3を保護する保護層である。5は情報を読み取るための光ビームで保護層4を通して記録膜3上に収束される。10は光学ヘッド、11はこの光学ヘッド10に含まれる対物レンズ、12は再生チャンネル、13は同期回路、14は復調回路、15はデータ制御回路、16はバッファ・メモリ、17は誤り訂正回路で、これらはいずれも第3図の従来例と基本的には同じ機能を有する。以上のように構成された光記録媒体および記録再生装置について、以下、第1図および第2図を用いてその動作を説明する。まず、記録媒体1は、従来例と異なっており、基

板2を通して情報の記録再生を行うのではなく、より薄い保護層4を通して記録再生するようにしている。ここでは、保護層4は屈折率が1.5で厚みを0.5 μm とする。対物レンズ11の開口数NAは0.14である。このとき記録膜3上の情報トラックの周期は1 μm とすることができる。この記録媒体1から情報を読み取るときには、光学ヘッド10、再生チャンネル12、同期回路13および復調回路14の動差は従来例と同じであるので、詳細な説明は省略する。第2図は、本実施例における記録フォーマットを示す概念図である。同図において、 $D_{i,j}$ はデータ・シンボルを表し、シンボルは8ビットから成る。行方向にはデータを129シンボル配列し、これらのデータ $D_{1,0} \sim D_{1,128}$ に16シンボルのパリティ $P_{1,0} \sim P_{1,16}$ を付加してリード・ソロモン符号としている。さらに列方向にも、129シンボルのデータを配列し、これら $D_{0,j} \sim D_{128,j}$ や $P_{0,0} \sim P_{128,0}$ にも16シンボルのパリティ $Q_{0,j} \sim Q_{128,j}$ を付加して、やはりリード・ソロモン符号としている。これらの積符号全体を1つのブロックとして、ブロック

毎に番地が付けられた記録媒体の所定の位置に記録される。このとき、記録媒体上には、この配列を斜め方向に走査した順番に記録される。すなわち、記録媒体上には各シンボルが、 $D_{0,0} \cdot D_{1,0} \cdot \dots \cdot D_{128,0} \cdot Q_{0,0} \cdot Q_{1,0} \cdot \dots \cdot Q_{128,0} \cdot D_{0,1} \cdot D_{1,1} \cdot \dots \cdot D_{128,1} \cdot Q_{0,1} \cdot Q_{1,1} \cdot \dots \cdot Q_{128,1} \cdot P_{0,0} \cdot D_{0,0} \cdot D_{1,0} \cdot \dots \cdot D_{128,0} \cdot Q_{0,0} \cdot Q_{1,0} \cdot \dots \cdot Q_{128,0} \cdot P_{0,1} \cdot P_{1,1} \cdot \dots \cdot P_{128,1} \cdot D_{0,1} \cdot \dots$

のように配列される。このブロックはさらに4行毎に複数のセクターに分割されている。第0~3行は最初のセクター、第4~7行は2番目のセクターのように分割され、第124~127が32番目のセクターである。第128行には、このブロックおよびこのブロック内の各セクターの属性を記録することができる。また、各セクターは512バイトの容量を有することになり、512バイトのユーザー・データの他に4バイトのCRCコードを含めることができる。このようなフォーマットで記録されたデータを読み取る際の動作についてさらに説明する。ホスト・コンピュータなどの外部装置から情報を

読み取るべきセクターの番地が指示されると、データ制御回路15は、そのセクターが含まれるブロックの番地とその中の何番目のセクターであるかを演算する。ブロックの番地が分かると、図には示していないが、これをアクセス手段に指示し、光学ヘッド10を所定の位置に位置決めする。読取信号の中から所定のブロック番地を見つけると、データ制御回路15はそのブロックから読み取ったデータをバッファ・メモリ16に蓄積する。読み取りが完了するとデータ制御回路15は、誤り訂正回路17を制御して列方向の誤り訂正動作を行わせる。各符号語には16シンボルのパリティが含まれているので、8重誤り訂正まで可能である。訂正できない符号語にはフラグをセットする。この列方向の訂正動作が一通り終わると、次に行方向の訂正動作を行うように誤り訂正回路17は制御される。列方向の訂正動作でセットされたフラグの数が16以下のときには、フラグのセットされている列方向の符号語はすべて消失したものとして、行方向に消失訂正を行うことにより、誤りをすべて訂正

することができる。上記フラグの数が10を越えるときには、行方向に8重誤りまでの訂正動作を行う。このときにも、訂正不可能のときには、その符号語にフラグをセットする。このようにして行方向の訂正動作を一通り終わると、再び、行方向の訂正動作と同様の訂正動作を列方向に行う。このようにして、列方向と行方向の訂正動作を交互に繰り返す。誤りのシンボルがすべて訂正されるか、誤りのシンボルの数がまったく減少しなくなると訂正動作を終了する。所定のセクターの誤りがすべて訂正されているときには、データ制御回路15はそのセクターのデータをバッファ・メモリ16から読み出して外部に出力する。所定のセクターに誤りが残っているときには、リード・エラーの信号を外部に出力する。一方、所定のセクターのデータを書き換えるときには、読み取るときと同様に、まず、所定のセクターを含んだブロックのデータを読み出してバッファ・メモリ16に蓄積し、訂正動作を行う。訂正ができなかったときには、ライト・エラー信号を出力する。訂正動作が

正常に終了すると、所定のセクターのデータをき換えるとともに、書き換えられた行の行方向のバリティのみを演算して書き換える。バッファ・メモリ16は、複数のブロックのデータを蓄積できる容量を有しているため、このバッファ・メモリ16上のデータを書き換えた直後に記録媒体のブロックを書き換える必要はなく、適当な時にバッファ・メモリ16の内容を記録媒体に移せばよい。したがって、最後にバッファ・メモリ16のセクターの情報を書き換えが行われてから、この書き換えの行われたブロックのデータを記録媒体に移すまでの間に列方向のバリティを演算して書き換えればよい。以上のように本実施例によれば、誤り訂正符号を積符号とし、信頼性の高い消失訂正を用いて繰り返し訂正ができるようにバリティのシンボル数を十分多くし、さらにインターリーブの長さも十分大きくすることにより、記録再生のための光ビームが透過する透明保護層の厚みを薄くすることができ、それによって開口数NAの大きな対物レンズが使用可能となって、高い記録密度を实

現することができる。また、このような積符号はブロックサイズが大きくなり、記録媒体への記録再生はこのブロック単位で行う必要があるが、このブロックを複数のセクターに分割し、バッファ・メモリ上でセクター単位で書き換えを行うように構成することにより、僅かなデータのために大きなブロック全部を費やすことがなく、効率良く記録媒体を使用することができる。なお、上記実施例においては、第2図のような記録フォーマットで説明したが、このような具体的なフォーマットに限定されるものではなく、例えば、行方向の符号語を列方向のそれより半分程度に短くし、この符号語を行方向に2つ並べるような構成にすることもできる。この場合にも、上記実施例と同様の動作で差し支えない。さらに、本実施例では、記録膜3を挟んで基板2と反対側に薄い保護層4を設け、これを通して情報の記録再生を行うようにしたが、従来例と同様の構成にして、基板2を薄くするだけでも差し支えない。

発明の効果

以上のように本発明は、記録すべき情報を実質的に2次元に配列した列方向と行方向のそれぞれにバリティを付加して符号語とする積符号となし、いずれか一方の符号語は、 $200\mu\text{m}$ 程度の欠陥があっても高々2重誤りしか発生しないようにインターリーブし、さらに、いずれか一方の方向の符号語の誤訂正確率が十分小さくなるようにバリティのシンボル数を限定することにより、情報を記録再生する光束が透過する光記録媒体の保護層の厚みを $1\mu\text{m}$ 以下に制限し、対物レンズの開口数を0.58以上と大きくして、トラック周期を $1.3\mu\text{m}$ 以下に小さくすることにより、従来と同程度のクロストーク特性のままに高密度記録をすることができる。さらに、積符号を構成するいずれの方向の符号語も、 $200\mu\text{m}$ 程度の欠陥があっても高々2重誤りしか発生しないようにインターリーブしたり、いずれの方向の符号語も共に誤訂正確率が十分小さくなるようにバリティのシンボル数を限定することにより、記録媒体表面の疵や埃に一層強く耐

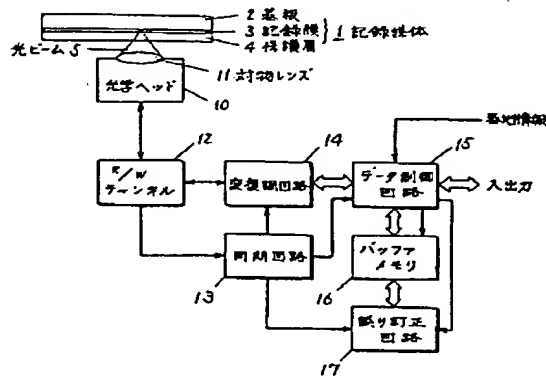
るという効果が得られる。さらに、行方向と列方向と共に長いインターリーブとするとブロックのサイズが大きくなるが、このブロックを複数のセクターに分割し、このセクター単位で書き換えができるようにすることによって、記録媒体を効率よく利用することができる。また、セクターの分割を行方向あるいは列方向に沿って行うことにより、セクターのデータが書き換えられたとき、その直後にはそのセクターだけに関連するパリティのみを演算して書き換え、複数のセクターにまたがるパリティの書き換えは、最後にデータが書き換えられてから記録媒体に移すまでの間に1回だけ行うことによって、処理速度を速くすることができるという効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

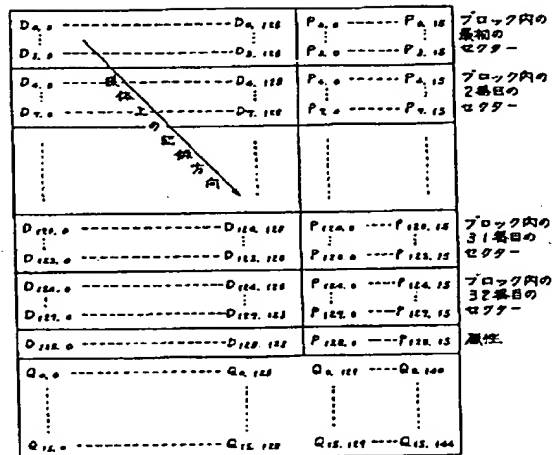
第1図は本発明の実施例における記録再生装置の概略構成図、第2図は本実施例における記録フォーマットの概念図、第3図は従来例の光学的再生装置の概略構成図、第4図は従来例における記録フォーマットの概念図である。

1……記録媒体、4……保護層、10……光学ヘッド、11……対物レンズ、15……データ制御回路、16……バッファメモリ、17……誤り訂正回路、代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

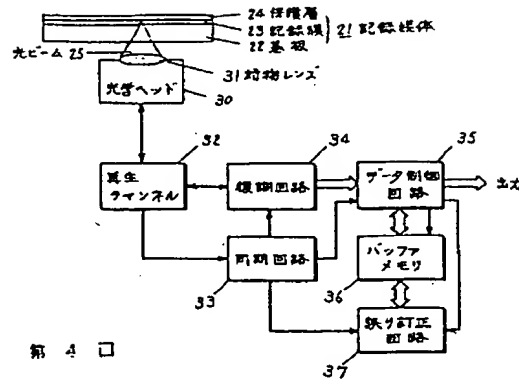
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

